

S.A. 格拉赫 著

海洋污染

● 鉴别与治理 ●

海洋出版社

海 洋 污 染

· 鉴别与治理 ·

S.A. 格拉赫 著

李占生 霍树梅 译

海 洋 出 版 社

1987年·北京

内 容 简 介

本书是在广泛搜集有关海洋污染的起因、危害、调查实验、论理研究、防治方法及管理法律依据的基础上编写的综合性海洋环境保护著作。本书的特点是：资料丰富、论述系统、实践性强。

本书对我国海洋环保的调查监测、研究、管理诸方面的工作都有参考和借鉴价值。

责任编辑 王铸之

责任校对 李慧萍

海 洋 污 染

· 鉴别与治理 ·

S. A. 格拉赫 著

李占生 霍树梅 译

海洋出版社出版 (北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行 兴华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 9 $\frac{3}{4}$ 字数: 180千字

1988年1月第一版 1988年1月第一次印刷

印数: 1—1200册

ISBN7-5027-0000-5/X·1

统一书号: 17193·0931 ¥: 2.50元

前 言

1966年，德国研究协会有意识地把德意志联邦共和国海洋学者的注意力引向海洋污染方面。我当时对此缺乏热情，因为重视这方面的问题就意味着要推迟其他一些重要的研究计划。但是，通过1970年9月在东京召开的第二届国际海洋学会议和1970年12月联合国粮农组织在罗马举行的关于海洋污染及其对生物资源和鱼类资源的影响的会议上对有关问题的讲授，使我确信研究海洋污染问题是一种社会责任。我曾经对继续使用农药问题发出过公开警告，但同时我又不得不对来自渔业部门和那些对污染威胁缺乏足够认识的同事们的非议进行解释。为此，出于职业上的要求，我必须对污染问题有一个全面的认识。

1971年时我只要熟悉近百种文献目录就能满足工作需要。但其后各种资料数量急剧增加，到了1975年以《海洋污染》为题发表的文献报告多达868种（见表1）。这就越来越难于将新的科研成果与重复性或修改过的东西区别开来。我还担心我通年所致力于标绘一定时期内有关污染形势的工作可能会与实际情况存在更大的出入。

我不是负责污水问题委员会的成员，也不是立法方面的顾问。我关心的主要是那些对全球产生长期性危害的污染物。我看到了在海洋污染研究方面的进展。体察到了正在输

17A B 55/07

海洋化学和海洋生物学知识带来革命性变化的若干内在因素。

近些年来，我先后在汉堡大学、不来梅大学、哥本哈根大学、布宜诺斯艾利斯大学讲授海洋污染问题。教学过程中，我同听众一样深切感到缺少一本内容较详尽的教科书。我的听众又喜欢详细地探索有争议的问题，因此，在我任哥本哈根大学海洋生物学教授的两年间和在赫尔辛格海洋生物实验室工作期间，编写了这本书。本书第一版是以德文发表的。

本书概述了对世界大洋及滨海污染的一系列根本问题的看法，书中还援引了有关联邦德国沿海研究活动的实例。对于想从德文资料方面详细了解有关北海问题的读者，我建议看看《北海综观》(North Sea Opinions)一书(Ratvon Sacheverstandigen, 1980)。在我行将完成此书时，《北海综观》一书已经出版了。本书中引用的有价值的资料不全，有关这方面的详细资料请见1979年赫尔戈兰会议的会议文集——《海洋生物保护》一书(Kinne and Bulnheim 1980)。对于想详细了解一般性问题的读者，请看R.约翰斯撰写的关于海洋污染一书(1976a)。

本书第二版是用英文发表的。为了适应海洋污染科学研究的迅速发展，对书中的内容进行了修订，尤其是石油污染一章修改较多，并补充了海洋中废热和放射性污染一章。在此，特感谢不来梅港海洋研究所的科学家们和其他同事对本书有关问题的指正。图书管理员海内克茵小姐在查找文献目录方面给予了极大的帮助，赫根·韦斯特法尔先生为本书制图，这里一并致谢。

本书第一版是献给水俣地区汞中毒受害者及燕鸥、海鸥、海雀、鹈鹕和其他食鱼海鸟类。如果不停止对海洋的污染，这些生灵迟早有一天会灭绝。

谨以本书第二版献给1981年3月11日过早地离开了人间的克劳斯·格拉斯霍夫，以志纪念。

塞巴斯蒂安A.格洛克

1981年6月于不来梅

目 录

第一章 序篇	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 污染定义	(6)
第三节 测量单位及海水组分	(6)
第二章 生活污水	(9)
第一节 生物降解有机物	(9)
第二节 有机物污染	(19)
第三节 富营养化作用	(25)
第四节 波罗的海的污染形势	(30)
第五节 全球性富营养化作用	(39)
第六节 沿海地区污水处理厂	(39)
第七节 洗涤剂	(41)
第八节 余热	(42)
第九节 日趋变化着的沿海	(48)
第三章 工业污水	(54)
第一节 引言	(54)
第二节 含汞污水	(54)
第三节 农药厂排出的污水	(69)
第四章 船舶对海洋的污染	(79)
第一节 公海倾废	(79)

第二节	钛颜料工业产生的废酸和硫酸亚铁以及指示群落问题	(86)
第三节	向海里倾倒淤泥及废渣	(96)
第四节	防污涂料中的有毒物质	(102)
第五节	船上产生的废弃物	(103)
第五章	油污染	(106)
第一节	石油的组分	(106)
第二节	海面浮油	(108)
第三节	海上石油污染源	(119)
第四节	石油对海洋生物的影响	(130)
第五节	石油污染的治理	(144)
第六章	放射性污染	(158)
第一节	天然本底放射性和放射性沉降物	(158)
第二节	再处理厂、钚加工厂与核反应堆	(166)
第三节	放射性废物	(171)
第四节	放射性污染的影响	(176)
第七章	海洋中有害物质的普遍性问题	(183)
第一节	毒性	(183)
第二节	蓄积	(191)
第三节	地球化学作用过程	(207)
第四节	全球性的考虑	(218)
第八章	重金属对全球海洋的污染	(221)
第一节	人类食用鱼中汞的容许含量	(221)
第二节	大型鱼类、海豹及开阔海域中海鸟体内汞的含量	(225)
第三节	世界海洋中汞的含量	(230)

第四节	海洋中的汞污染源	(231)
第五节	人类是否加剧了世界大洋中汞 含量的增加	(234)
第六节	海洋中的镉污染	(241)
第七节	海洋中的铅污染	(244)
第九章	氯代烃对全球海洋的污染	(248)
第一节	引言	(248)
第二节	人类食用海产品中氯代烃的 容许含量	(257)
第三节	氯代烃的迁移、转化及富集	(267)
第四节	氯代烃的影响	(275)
第十章	关于海洋污染的法律	(284)
第十一章	鉴别与治理	(294)

第一章 序 篇

第一节 概 述

在1968—1972年间，海洋污染问题强烈地吸引着社会的注意力，报纸、电视经常刊载、报道有关这方面的文章和消息。海洋学家为政治形势所迫，也开始研究海洋污染问题。与此同时，社会上的注意力又转向能源和经济危机方面，于是，人们对海洋污染的兴趣逐渐淡漠下来。但是，到了1980年，向海洋中倾倒、污泥和二氧化钛废物的行为引起了荷兰和德意志联邦共和国公众的深切关注。人类普遍地感觉到，应该不惜任何代价保持海洋——这个人间最后的乐园的清洁。不过据我所知，人们对于海洋污染问题兴趣的淡漠更有其他方面的原因。

首先，是因为已经采取了若干措施，防止了沿海的污染和船舶对海洋的污染；沿海地区的新兴工业建设已被置于有关机构和民众团体的严格监督之下；各种污水处理工厂已着手兴建或正在设计之中；已经通过了一些有关的法律；若干管理机构的工作正在取得积极的成果。鉴于采取了上述一系列措施，这就有可能避免新的灾难性的污染发生。

其次，尽管污染已构成了对海洋生物的某种威胁，但人类仍不得不对此作出某种让步，因为采取卓有成效的措施根

治各种污染，需要付出极高的代价。而实际上，人们不愿为此付出这种代价。这里不妨以石油和氯代烃为例对此加以说明。

对于油污染，必须采取强有力的根治措施。显而易见，那将会导致难以想象的后果，因为只有杜绝海面的船舶运输和海底输油管道，才能彻底根治油污染。

每年大约有八万吨氯代烃，包括数量可观的 DDT 通过大气不断进入世界大洋。然而，只要世界上发展中国家能从经济效益和技术角度以有力的论据说明 DDT 至今仍是灭蚊和杀死毁坏棉花害虫不可取代的农药这样的事实，那么，便很难改变目前这种污染状态。

这仅仅是两个例子，人们从中不难看到：海洋学研究正处在以要求保障生活环境和生态学为一方与以要求明显的经济利益和现实需要为另一方的互相对立的两者之间。

再者，除了海上石油污染事故外，自 1971—1980 年间还未见公布灾难性污染的轰动性新闻。可能有一些文章重述以前的一些令人沮丧的发现，而在当时这些发现被视为具有更大的威胁性。显然，汞是一种有毒的物质，它对生命的进程是有害的，哪怕是海水中自然形成的少量的汞，如果在局部地区累积过多，其结果都将是灾难性的。但是，就目前情况看人类活动排放出来的汞尚不会使世界大洋中汞的浓度明显增加。当然，还有若干种物质被列入具有潜在危险的物质之列。

海洋污染研究始于三十年前。当时是以研究向海洋中倾倒放射性废物为起点开始的。1959 年召开了第一届国际海洋污染会议。但是当时没有，也不可能对污染问题的重要性作

出正确的评价。德国研究协会重视海洋污染研究也不过是最近十五年的事 (Caspers 1975)。仅仅阐述某种事物的进展而不谈其经过和最后客观结果, 不免使人有肤浅乏味之感。因此, 有必要回顾一下过去, 同时还要向对污染问题感兴趣的公众谈一下用于该项研究所消耗的经费问题。

可以预料将来越来越难于以评述的方式全面地探讨海洋污染问题 (见表1)。目前, 研究工作逐年向专业化方向发展, 非专业人员对其感兴趣的一些基础性问题尚可作出某些评价, 但对于各学科发展的趋势, 如: 地球物理学、化学、生物化学、毒理学、地球化学、生物学诸方面非专业人员就无能为力了, 只有各学科的专家才有能力对此作出评价。

海洋污染研究与生物学的基础研究是有机地联系在一起。只有依据海洋学和海洋生物学的知识, 才能判别海洋污染造成的破坏作用。另一方面, 有计划地开展海洋污染研究对于海洋化学和海洋生物学也将是个极大的促进。

在表1中, 1972年时只要读过百余种有关出版物就有可能从中得出关于海洋污染问题的总的看法, 但是现在显然是不可能的了。1975年水产科学与渔业文摘报道了868种有关海洋污染问题的出版物, 分门别类如下:

表 1

一般污染调查	30
区域性研究, 生活污水、富营养化作用	70
废热	20
病原体	28
洗涤剂	11

续 表

石油、烃类(其中21种是讨论石油在海洋中的降解作用, 61种是讨论防止石油污染措施的)	246
通过指示性生物控制有害物质	23
痕量元素(其中43种讨论汞, 61种讨论放射性物质)	204
氯代烃及其他合成有机化合物	94
工业废物, 海洋倾废、废物焚化	53
关于有害物质的扩散及毒性的模式理论	55
其他论题	34

我们还记得, 二十年前人类对于海洋中天然出现的溶解有机物还一无所知。但从那以来, 人类对于海水中的有害物质进行了分析, 并且具备了分析手段、掌握了实施方法; 从而不仅发现了有害物质, 还发现了一些自然物质。短短几年中, 可以编写成海洋教课书“溶解有机物”章节的资料, 已是很容易收集到了。

十年前, 人类对于生物蓄积痕量元素的现象还了解甚少; 今天, 我们已熟知整个分类表中的各种有害物质。人们可以从海水中分离出有害物质, 并可将其蓄积起来又不致于产生有害作用。从某种意义上说, 这对于维生素合成和维持酶的作用是非常重要的。同时新的研究领域, 象对痕量元素的摄取、储存、消亡的机理的研究已经展开。

“海洋大气化学”这门科学的存在是由于十年前发现大气是有害物质的传输媒介的结果。地球化学方面的知识, 为人类提供了深入有害物质内部透视其内在机理的手段。而这方面研究工作的开展又丰富了我们关于海洋沉积条件方面的

基础知识。海水放射性测量技术为研究海水运动开辟了一条新路。海洋植被能产生诸如一氧化碳这类的毒性气体，并将其释放到周围的环境中去 (Junge et al. 1972)。在开展有关海洋污染研究的过程中，常常会遇到某些意外收获，这些意外收获往往比按计划进行实验所得到的预期结果更令人鼓舞 (Goldberg 1974)。

我们期望海洋生物遇到的明显的污染危害以及人类因食用海产品和在海水中游泳而引起的健康问题能够得到很好的鉴别，以现有的技术能力和经济力量来看，是可以解决这些问题的。但是，为了能够判别并估计出小范围污染的影响，尚须进一步发展这方面的科研工作。要从自然环境背景中区别出人为的影响往往是很困难的。因为它要求人类必须很好地掌握有关各种海洋要素的变化，有关海 - 气界面和海水与沉积层之间的物理化学的相互作用。这些知识都是关系到科学发展的实质性问题。实际上，本书在探讨海洋污染问题时，用了一半的篇幅侧重讨论污染的自然成因，而不是人为的污染。为了确切地估价大气不断向海洋环境输送氯代烃所造成的威胁，人类必须掌握更多的有关大气污染和大气中污染物质的生存与消亡的机理方面的知识。

今后十年的海洋污染研究将会给世界带来什么样的变化呢？鉴于目前还有许多问题没有得到很好地解答，恐怕无人愿对此进行预测。我们只能这样期望，十年后，海洋污染问题的全貌同我们目前所展望的前景大体相同。届时，很多问题（不只是区域性的问题，包括某些世界范围的问题）都将得到解答。不至于因海洋污染的威胁使人们对地球上生命的前景持有疑义。当然，我的这种推测只有在实行一系列正确的

决定和合理的措施的前提下才是有效的。我也意识到，我的这一估计对于那些怀有某种政治企图而把我们目前的生活环境描绘得一塌糊涂的人来说也是不适用的。我不同意那些一味反对向海洋中处理任何废物——哪怕几乎是无害的废物，而不惜蒙受经济损失和导致陆地上生态平衡失调的危险的那种意见。当然，我并不是没有倾向性，在我撰写海洋污染一书时，我怎么会没有自己的倾向性呢？我一直力求能提供出经得起检验和批评的科学依据。

第二节 污 染 定 义

政府间海洋学委员会 (IOC) 把海洋污染准确地描述为：“海洋污染——即指人类直接或间接地把一些物质或能量引入海洋环境（包括河口），以至于产生损害生物资源，危及人类健康，妨碍包括渔业活动在内的各种海洋活动，破坏海水的使用素质和舒适程度的有害影响。”

第三节 测量单位及海水组分

浓度的含义显然是指在进行分析时有害物质的量与物质总量之比。1升盐度为35‰的海水的重量约为1.028千克，因此在一般粗略的计算中，不管是讲1升海水的浓度，还是1千克海水的浓度关系都不大。但在选用以湿重、干重、萃取脂肪（类脂物）或碳作为测量基础时，则存在着相当大的差别。鱼类、贻贝类和蟹类体内水分含量高达75%—80%，必须将湿重浓度值乘以4或5才能得到相应的干重浓度值。如

果生物体内脂肪含量达10%的话，则需要将湿重浓度值乘以10才能得出相应的萃取脂肪的浓度值。生物体内水分和脂肪的含量以及生物体内的组织差异很大，因此，在进行一般测量时，对此要特别留意。

浓度的表达方式是另一个容易混淆的因素，通常以“ppm”，“ppb”或“ppt”来表示浓度：

ppm (百万分之几，相当于 10^{-6})——意即微克/克；毫克/千克或毫克/升

ppb (10亿分之几，相当于 10^{-9})——意即毫微克/克；微克/千克或微克/升；毫克/米³

ppt (万亿分之几，相当于美制 10^{-12})——意即微微克/克；毫微克/千克；微克/吨；毫微克/升；微克/米³

如果考虑到植物营养因素的话，海洋生物学家和海洋化学家常用微克/升或用更现代的术语微分子/升来表示浓度。微分子/升是用元素或有关化合物的原子量除以微克/升得到的。

表2为海水基本组分的分析归纳表。

表 2

毫克/升	微克/升	毫微克/升	毫微克/升
氯 18 800	锌 4.9	氫 50	铜 3.0
钠 10 770	氫 4.3	钴 50	钹 3.0
镁 1 290	砷 3.7	锗 50	钽 2.0
硫 905	铀 3.2	银 40	钇 1.3
钙 412	钒 2.5	镓 30	铈 1.0

续 表

毫克/升		微克/升毫		微克/升		毫微克/升	
钾	399	铝	2.0	锆	30	镉	0.9
溴	67	铁	2.0	汞 (30)		铊	0.8
碳	28	镍	1.7	铅 (30)		镱	0.8
锶	7.9	钛	1.0	铋	20	钪	0.7
硼	4.5	铜	0.5	铌	10	锗	0.6
硅	2	铯	0.4	钽	10	铥	0.6
氟	1.3	铬	0.3	锡	10	钬	0.2
锂	0.18	铈	0.2	钼	10	铥	0.2
氮	0.15	锰	0.2	氮	7	镱	0.2
铷	0.12	硒	0.2	铈	7	铟	0.1
磷	0.06	氦	0.2	铍	6	铽	0.1
碘	0.06	镉	0.1	镱	4	钐	0.05
钡	0.02	钨	0.1	金	4	铕	0.01
钼	0.01	氟	0.1				

在表 2 中，海水中各种化学元素的含量（根据 1975 年 Brewer 的数据）。近年来，根据新的分析方法对传统教科书中的数字进行了很多修正，目前仍在继续修正。例如，根据最近的分析汞的含量仅为 7 毫微克/升，铅的含量为 2 毫微克/升。